

捕虾桁拖网网囊网目的选择性研究

孙满昌 王玉明

(上海水产大学工程技术学院, 200090)

摘要 当网囊网目分别为40mm、45mm和50mm时,哈氏仿对虾的50%选择体长分别为85.88、90.26、95.32mm;中华管鞭虾的50%选择体长为87.58、88.09、92.56mm;鹰爪虾的50%选择体长为85.04、85.96、88.32mm。三种虾类的50%选择体长($L_{0.5}$)和网囊网目内径(Me)的线性回归方程为,哈氏仿对虾: $L_{0.5}=48.03+0.94Me$;中华管鞭虾: $L_{0.5}=67.0+0.498Me$;鹰爪虾: $L_{0.5}=71.68+0.328Me$;三种虾混合: $L_{0.5}=60.59+0.636Me$ 。在实际应用中,将网囊网目大小由现在的20~30mm提高到35~40mm是有必要的。在此网目大小的范围内,哈氏仿对虾、中华管鞭虾、鹰爪虾的50%选择体长分别为80.93~85.63mm、84.43~86.92mm、83.16~84.8mm。

关键词 虾类,桁拖网,网囊网目选择性

我国五十年代小黄鱼资源受到了破坏,七十年代大黄鱼资源的衰退及带鱼资源波动,八十年代墨鱼生产反常,大黄鱼罕见减产,上层资源也不稳定,到了九十年代,马面鱼、带鱼资源则进一步衰退。为了避免渔业资源的衰退,国外在渔业管理上提出了最大持续产量(MSY)、最佳产量(MOY)等概念,根据渔业资源状况,确定总可捕量,对各种可捕捞种类实行配额限制。另外还采取休渔期、禁渔区等综合管理措施。对网具规定最小网目尺寸及限制兼捕种类的兼捕率,合理利用资源,捕大留小,释放禁捕种类,以及限制非目标鱼种。这些要求大大地促进了渔具选择性研究。为避免我国东、黄海渔业资源的进一步枯竭,促使渔业资源的恢复和稳定,国内许多科学工作者曾进行过底拖网网囊网目对鱼类的选择性研究[王明彦等1997,戴天元等1997],并提出保护200mm以下的带鱼幼鱼,推荐拖网网囊网目内径为60mm,谋求渔业资源保护。但对捕虾桁拖网的网目大小选择性研究还没有人做过试验。这种网具的网囊网目普遍较小(20~30mm),作业中捕获的幼虾及兼捕的经济鱼类幼体得不到释放;网具下纲沉重,长期在海底来回拖扫,海洋生态环境受到影响;使用电脉冲捕虾虽能大大提高捕捞效率,但更加促使虾资源衰退。本文叙述了长江口桁拖网主捕对象哈氏仿对虾、中华管鞭虾、鹰爪虾等最适网目尺寸试验结果,供有关渔业管理部门在制订渔业法规时参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

本试验所采用的网具如图1所示,为二片式八囊袋桁拖网,为不影响作业性能,除囊袋外其余均为原作业网具。网囊网目大小以内径计算,采用了内径为40mm、45mm、50mm三

种网目大小的囊袋,套网网目大小为25mm。试验中套网的长度和网目尺寸不变(表1)。

表1 套网和网囊规格及材料

Tab. 1 Dimension and material of covered net and cod-end

囊袋	网目的大小	网目的数量	网线规格
套网	25 mm	176×150	PE 3×3
网囊 1	40 mm	100×62	PE 3×4
网囊 2	45 mm	90×55	PE 3×4
网囊 3	50 mm	80×50	PE 3×4

d	2a	L	◇
3 × 3	40	3.4	85
3 × 3	37	2.8	75
3 × 3	35	2.2	62
3 × 3	32	1.9	60
3 × 3	30	2.4	80
3 × 3	26	2.1	80
3 × 4	25	1.8	72

d	2a	L	◇
3 × 4	40	1.6	40
3 × 4	37	1.9	50
3 × 4	35	1.8	50
3 × 3	32	1.8	60
3 × 3	30	2.4	80
3 × 3	26	2.1	80
3 × 4	25	1.8	72

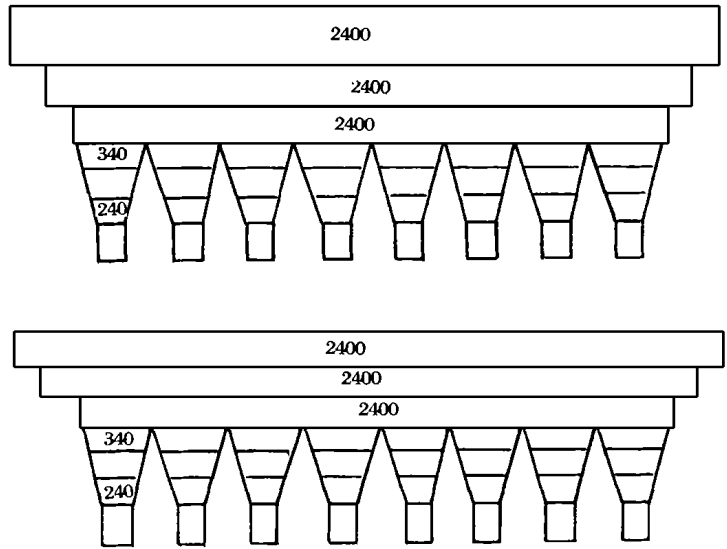


图 1 试验网网衣展开图

Fig. 1 The net drawing of the experimental net

1.2 试验渔船

浙嵎渔 06502 号, 为木质机帆船, 船长为 33 m, 宽为 5.8 m, 主机功率为 202 千瓦。

1.3 作业渔场和时间

作业渔场范围: 北纬 $30^{\circ}36'$ ~ $30^{\circ}54'$; 东经 $127^{\circ}57'$ ~ $123^{\circ}15'$ 。水深约为 50m, 底质以泥、沙为主。作业时间: 1996 年 11 月 19 日 ~ 12 月 15 日。

1.4 试验方法

采用套网试验法, 在囊袋外再套一小网目的套网, 使从网囊中逃出的渔获物都能被套网截获。套网比网囊长且比网囊肥大, 以确保在作业过程中网衣能正常张开, 减小试验过程中引起覆盖效果, 套网至少比网囊网长 0.5 m。主要捕捞对象为虾, 每次作业 4 ~ 5 小时, 拖速在 2.2 ~ 2.5 节。每种网囊试验 10 个网次。

每次起网后, 先取出套网内渔获物, 再取出网囊内的渔获物, 分别进行统计和刺孔测量, 获得套网和网囊内渔获物体长及尾数。虾类体长测量以眼窝至尾节末端为准, 体长以毫米计。然后, 将虾类体长以每隔 5mm 为体长组, 分别统计网囊、套网内各体长组的尾数。

1.5 选择曲线的参数确定方法

选择曲线一般呈 S 形, 这与逻辑斯蒂曲线很相似, 可以近似地用逻辑斯蒂方程对数据进行拟合处理。以逻辑斯蒂方程表示选择率 S, 即 $S = \frac{1}{1 + \exp(a - b \times L)}$, 用非线性回归方法可得出参数 a 和 b。

2 结果

2.1 主捕虾的体长分布

表2为哈氏仿对虾,渔获物中优势体长为65~75mm,当网囊目大为40mm时,套网优势体长为65~69.9mm,网囊内优势体长为80~85mm;网囊目大为45mm时,套网优势体长为60~69.9mm,网囊内优势体长为65~85mm;网囊目大为50mm时,套网优势体长为60~65mm,网囊内优势体长为80~85mm。表3为中华管鞭虾,渔获物中优势体长为55~75mm,网囊目大为40mm时,套网优势体长为60~65mm,网囊内优势体长为70~75mm;网囊目大为45mm时,套网优势体长为55~60mm,网囊内优势体长为70~75mm;网囊目大为50mm时,套网优势体长为65~70mm,网囊内优势体长为65~70mm。表4为鹰爪虾,其渔获物中优势体长为50~75mm,网囊目大为40mm时,套网优势体长为65~70mm,网囊内优势体长为80~90mm;网囊目大为45mm时,套网优势体长为65~70mm,网囊内优势体长为80~85mm;网囊目大为50mm时,套网优势体长为50~55mm及70~75mm,网囊内优势体长为80~90mm。

表2 哈氏仿对虾在各囊袋的渔获尾数、总渔获尾数及其选择率

Tab. 2 The catch of *Parapenaeopsis hardwickii* and its retention rate

体长组 (mm)	网囊目大 40mm			网囊目大 45mm			网囊目大 50mm		
	A	B	S	A	B	S	A	B	S
105~110									
100~104.9	4			6			5	4	0.556
95~99.9	9	4	0.692	16	12	0.571	10	12	0.455
90~94.9	14	8	0.636	36	44	0.450	15	20	0.429
85~89.9	31	20	0.608	60	80	0.429	31	48	0.392
80~84.9	44	48	0.478	96	140	0.407	58	96	0.377
75~79.9	27	60	0.310	71	136	0.343	56	176	0.241
70~74.9	26	80	0.245	72	148	0.327	28	216	0.115
65~69.9	20	120	0.143	102	296	0.256	19	292	0.061
60~64.9	9	88	0.093	72	316	0.186	7	352	0.019
55~59.9	6	80	0.070	14	200	0.065	3	156	0.019
50~54.9	4	68	0.056	4	76	0.050		136	
45~49.9	1								
40~44.9									

注: A为网囊渔获尾数, B为套网渔获尾数, S为选择率。表3, 4同。

表3 中华管鞭虾在各囊袋渔获尾数及其选择率

Tab. 3 The catch of *Solenocera crassicornis* and its retention rate

体长组 (mm)	网囊目大 40mm			网囊目大 45mm			网囊目大 50mm		
	A	B	S	A	B	S	A	B	S
105~110	1								
100~104.9							1	*	
95~99.9	10	4	0.714	8	4	0.667	2	*	
90~94.9	16	8	0.667	4	4	0.500	5	*	
85~89.9	12	8	0.600	7	8	0.467	7	12	0.368
80~84.9	5	12	0.294	9	12	0.429	4	12	0.250
75~79.9	9	40	0.184	11	16	0.407	7	48	0.368
70~74.9	20	104	0.161	19	36	0.345	3	36	0.250
65~69.9	14	152	0.084	5	48	0.094	12	80	0.127
60~64.9	4	100	0.038	2	52	0.037	2	76	0.077
55~59.9	1	68	0.014		36			44	
50~54.9	4	40	0.091		28			20	
45~49.9	1	44	0.022		4				
40~44.9									

表 4 鹰爪虾在各囊袋渔获尾数及其选择率

Tab. 4 The catch of *Trachypenaeus curvirostris* and its retention rate

体长组 (mm)	网囊目大 40mm			网囊目大 45mm			网囊目大 50mm		
	A	B	S	A	B	S	A	B	S
105~110									
100~104.9									
95~99.9				1			4		
90~94.9	12	4	0.750	8	4	0.667	12	8	0.600
85~89.9	17	12	0.586	11	8	0.579	16	16	0.500
80~84.9	13	16	0.448	16	20	0.444	17	23	0.378
75~79.9	10	32	0.238	8	26	0.235	10	36	0.217
70~74.9	6	48	0.111	6	48	0.111	3	72	0.040
65~69.9	5	30	0.059	4	76	0.050	3	56	0.051
60~64.9				1	48	0.020	1	48	0.020
55~59.9					24		1	76	0.013
50~54.9					12			56	
45~49.9									
40~44.9									

2.2 主捕虾的选择曲线的参数

表 5 为由实验数据经线性回归而得到的主捕虾的各种选择曲线的参数。 $L_{0.75} \sim L_{0.25}$ 为选择幅度, $L_{0.5} \sim L_{0.1387}$ 为尖锐系数。

表 5 三种主要虾类的选择性参数

Tab. 5 The selection parameters of *Parapenaeopsis hardwickii*, *Solenocera crassicornis* and *Trachypenaeus curvirostris*

	a	b	$L_{0.25}$	$L_{0.5}$	$L_{0.75}$	$L_{0.75} - L_{0.25}$	$L_{0.1387}$	$L_{0.5} - L_{0.1387}$	$L_{0.5}/\text{meshsize}$	
哈氏仿对虾	40mm	7.892	0.0919	73.02	85.88	97.83	23.91	67.73	18.15	0.217
	45mm	5.957	0.0660	73.6	90.26	106.9	33.29	64.99	25.27	0.200
	50mm	9.408	0.0987	84.19	95.23	106.45	22.26	78.42	16.81	0.190
中华管鞭虾	40mm	11.294	0.1288	79.16	87.58	96.22	17.06	74.74	12.84	0.218
	45mm	8.510	0.0966	76.72	88.09	99.47	22.75	70.83	17.26	0.195
	50mm	6.753	0.0729	77.56	92.56	107.70	30.14	69.75	22.81	0.185
鹰爪虾	40mm	13.411	0.1577	78.07	85.04	92.01	13.94	74.46	10.58	0.213
	45mm	13.564	0.1578	78.99	85.96	92.92	13.93	75.39	10.57	0.191
	50mm	12.974	0.1469	80.84	88.32	95.80	14.96	76.96	11.36	0.177

2.3 各种渔获物的选择幅度

当网囊网目为 40、45、50mm 时, 哈氏仿对虾的选择幅度分别为 23.91、33.29、22.26mm; 中华管鞭虾和鹰爪虾则分别为 17.06、22.75、30.14mm 和 13.94、13.93、14.96mm。很明显, 哈氏仿对虾和中华管鞭虾的选择幅度高于鹰爪虾。

2.4 各种渔获物的选择尖锐系数

当网囊网目为 40、45、50mm 时, 哈氏仿对虾的选择尖锐系数分别为 18.15、25.27、16.81mm; 中华管鞭虾和鹰爪虾则分别为 12.84、17.26、22.81mm 和 10.58、10.57、11.36mm。

2.5 50%选择体长($L_{0.5}$)与网囊网目内径(Me)之间的线性回归方程

三种虾类的 50%选择体长($L_{0.5}$)和囊网网目内径(Me)通过线性回归得出如下方程。

$$\text{哈氏仿对虾: } L_{0.5} = 48.03 + 0.94Me \quad R = 0.999$$

中华管鞭虾:	$L_{0.5}=67.0+0.498Me$	$R=0.910$
鹰爪虾:	$L_{0.5}=71.68+0.328Me$	$R=0.969$
三种虾类混合:	$L_{0.5}=60.59+0.636Me$	$R=0.998$

上述的回归方程的相关系数除中华管鞭虾($R=0.910$)较低外,其它均在 0.969 以上。中华管鞭虾的甲壳薄而软,渔获的质量较其它种类差,受挤压后虾体容易变形,可能会影响到它的 50%选择体长与网囊网目线性回归的相关系数。

3 讨论

3.1 最佳网目的确定

三种虾类的 $L_{0.5}$ 和网囊网目大小的关系如图2所示,因虾的种类不同,其对应的网目大小也不同,哈氏仿对虾、中华管鞭虾的选择幅度高于鹰爪虾。虾的种类不同,选择因素也不同,哈氏仿对虾,中华管鞭虾及鹰爪虾的加权选择因素分别为 2.02、1.99 和 1.93。随着网目的增大,选择因素呈下降趋势。虾的种类不同,选择尖锐系数亦不同,哈氏仿对虾、中华管鞭虾的选择尖锐系数高于鹰爪虾。在实际生产中,网囊的网目一般偏小,从 20mm 至 30mm 不等,这么小的网目对幼鱼的资源破坏很大,也不利于幼虾的释放。对于捕获的虾,规格越小,因受到挤压其质量越差,所以规格小的虾,其商品价值也很低。适当放大网囊网目,有利于释放幼鱼及幼虾。目前国际上类似于哈氏仿对虾、中华管鞭虾和鹰爪虾那样的商品虾的规格一般大于 70mm, 所以将网囊网目放大到 35~40mm, 在此网目大小范围下,能释放掉大量 70 mm 以下的小规格的虾;在此范围下,哈氏仿对虾、中华管鞭虾和鹰爪虾的 50%选择体长范围分别为 80.93~85.63、84.43~86.92、83.16~84.8mm; 三种虾类混合在一起的 50%选择体长范围为 82.85~86.03mm。这样既可大大提高释放幼鱼的数量,又可以释放一部分的幼虾,捕获的商品虾的规格适中,还提高了商品虾的质量。

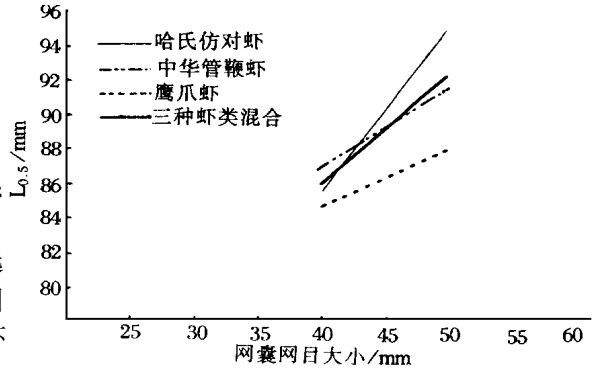


图2 50%选择体长与网囊网目内径回归曲线
Fig. 2 The 50% retention body length plotted against mesh size

3.2 桁拖网网具结构的改造

适当提高网囊网目的尺寸,有利于释放幼虾和幼鱼,但对于个体稍大的幼鱼却无法释放,而且在虾拖网作业区垃圾较多,堵在网囊内,光靠放大网目不能取得理想效果。为了减少虾拖网中幼虾和降低幼鱼的兼捕率,需要对网具结构进行改造,国内外已取得了一些成果[孙满昌等 1998]。试验效果较好的有以下几种方式:鱼虾分隔式拖网、漏斗式虾网、装有金属选择栅的虾拖网等,试验证明是切实可行的。我国对桁拖网的改造更应该从这方面发展。根据国外研究表明,网囊中的部分或全部地采用方形网目,可以较好地释放掉圆体形的鱼,而且虾的产量减少较少[Briggs 1992, Broadhurst 和 Kennelly 1994, Fonteyne 和 Mrabet 1992, Isaksen 等 1992, Stevens 1990]。在一些虾渔场,如果兼捕种类大部分为圆体形的鱼,建议采用方形网目的网囊,以利保护渔业资源。

3.3 桁拖网管理

在虾拖网作业中,使用电脉冲可以提高捕捞效率。其原理是电脉冲在海水中形成电场,刺激栖息于泥沙中或泥沙表面的虾跳离海底,进入网中被捕获。不同种类的感电电场强度不同,体长 150mm 的长毛对虾感电电场强度为 0.004 伏/毫米左右;体长为 170mm 的墨吉对虾感电电场强度为 0.002~0.004 伏/毫米。在捕虾过程中,使用电脉冲对捕捞潜伏于泥沙底中的虾类,能大大提高捕捞效率,但使用电脉冲对释放的虾类及其它底栖生物是有损害的,破坏生态平衡,我们认为要控制使用电脉冲拖虾。

根据中日渔业协定,规定从事机轮拖网的渔轮不应捕捞幼鱼,遇到密集的幼鱼时,应转移渔场。每航次的渔获量中,幼鱼的比例不得超过同鱼种的总渔获量的 20%。机轮拖网渔业所使用的拖网渔具的网囊和舌网网目为 54mm 以上,其它部位为 65mm 以上,网囊长度为 200 目以下。同样,对于捕虾桁拖网,也应制订相应的渔业法规,规定最小网目及兼捕率。最近的研究表明,影响网目选择性的因素不仅与网目的大小,而且与网目的形状和张开的程度有关,所以不仅要规定网囊网目的最小尺寸和网囊的长度,也要规定网囊的横向缩结系数。规定横向缩结系数的方法可以在网囊前端安装一个刚性椭圆环,保证网目有一定横向扩张,以利幼虾幼鱼释放。

我们在进行桁拖网选择性研究时,了解到当地渔民并不欢迎选择性好的渔具。我国东黄海是世界闻名的底拖网渔场之一,长期以来由于盲目发展底拖网渔业,网囊网目过小,致使该海区的底层鱼类资源遭到严重破坏,为了避免我国渔业资源的进一步衰退,应加大宣传力度,提高渔民保护资源的意识,推广和使用选择性好的渔具是一个切实而有效的方法。

试验工作得到了嵊泗县水产局、嵊山镇人民政府的领导和浙嵊渔 06502 号船长刘平华同志的帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 王明彦,李志诚,郁岳峰等. 1997. 东、黄海底拖网网囊网目的研究. 江苏: 苏州大学出版社. 143~158
- 孙满昌,姚来富. 1998. 桁拖网作业中鱼虾分隔的初步试验研究. 海洋渔业, 20(3): 111~115
- 戴天元,郑国富,郑雅友等. 1997. 拖网网囊网目选择性的初步探讨. 江苏: 苏州大学出版社. 159~162
- Briggs R P. 1992. An assessment of nets with a square mesh panel as a whiting conservation tool in the Irish Sea Niphrops fishery. Fish Res, 13: 133~152
- Broadhurst M K, Kennelly S J. 1994. Reducing the by-catch of juvenile fish (*Argrosomus hololepidotus*) using square-mesh panels in codends in the Hawkesbury River prawn-trawl fishery. Australis. Fish Res, 19: 321~331
- Fonteyne R, M Rabet R. 1992. Selectivity experiments on sole with diamond and square mesh codends in the Belgian coastal beam trawl fishery. Fish Res, 13: 221~223
- Isaksen B, Valdemarsen J W, Larsen R B, et al. 1992. Reduction of fish by-catch in shrimp trawl using a rigid separator grid in the aft belly. Fish Res, 13: 335~352
- Stevens B G. 1990. Survival of King and Tanner crabs captured by commercial sole trawlers. Fish Bull 88: 731~744

RESEARCHES ON COD-END MESH-SIZE SELECTIVITY OF SHRIMP BEAMTRAWL

SUN Man-Chang, WANG Yu-Min

(College of Engineering & Technology, Shanghai Fisheries University, 200090)

ABSTRACT Experiments showed that the 50% retention length ($L_{0.5}$) increased with the mesh-size of cod-end. When the mesh-size of cod-end increased from 40mm to 50mm with 5mm intervals, 50% retention lengths ($L_{0.5}$) were 85.88, 90.26, 95.32mm for *Parapenaopsis hardwickii*, 87.58, 88.09, 92.56mm for *Solenocera crassicornis* and 85.04, 85.96, 88.32mm for *Trachypenaeus curvirostris* respectively. The relations between the mesh-size of the cod-end and 50% retention length of the three species mentioned above can be described as follows:

$$P. \textit{hardwickii} \quad L_{0.5} = 48.03 + 0.940Me,$$

$$S. \textit{crassicornis} \quad L_{0.5} = 67.00 + 0.498Me,$$

$$T. \textit{curvirostris} \quad L_{0.5} = 71.68 + 0.328Me,$$

$$\text{Mixed up three species:} \quad L_{0.5} = 60.59 + 0.636Me,$$

It is necessary to increase the mesh-size of cod-end from the range of 20mm ~ 30mm to the range of 35 ~ 40mm in fishing operation. As at the latter range of mesh-size, 50% retention length ($L_{0.5}$) for *P. hardwickii*, *S. crassicornis* and *T. curvirostris* were 80.93 ~ 85.63mm, 84.43 ~ 86.92mm and 83.16 ~ 84.8mm respectively, and 82.85 ~ 86.03mm. If the three main shrimp species were mixed up. It will help to release juvenile shrimps and fish and in the meanwhile improve the size and quality of shrimp catch.

KEYWORDS Shrimp, Beamtrawl, Cod-end mesh-size selectivity